

Validez de un Monitor Digital de Pulso para Medición de Presión Arterial en Comparación con un Esfigmomanómetro de Mercurio

Ana M. B. Menezes, Samuel C. Dumith, Ricardo B. Noal, Ana Paula Nunes, Fernanda I. Mendonça, Cora L. P. Araújo, Marta A. Duval, Paulo E. Caruso, Pedro C. Hallal

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, Porto Alegre, RS - Brasil

Resumen

Fundamento: **Mediciones válidas de la presión arterial, en situaciones clínicas y en la comunidad, son esenciales para el monitoreo de esa variable en nivel poblacional.**

Objetivo: **Evaluar la validez de un monitor digital de pulso para medición de la presión arterial en adolescentes, en comparación con un esfigmomanómetro de mercurio.**

Métodos: **Un estudio de validación se llevó a cabo en la ciudad de Pelotas, región sur de Brasil. La presión arterial se midió dos veces, utilizándose dos esfigmomanómetros diferentes: un aparato digital de pulso OMRON y un aparato de mesa BD de mercurio. La mitad de la muestra se midió primero por medio del manómetro digital y después por el de mercurio, mientras que la otra mitad se evaluó en el orden inverso. La concordancia entre las dos mediciones se evaluó a través del método de Bland & Altman.**

Resultados: **120 adolescentes con edad entre 14 y 15 años se incluyeron en el estudio (el 50% de cada sexo). La presión sistólica promedio entre los niños fue de 113,7 mmHg (DP 14,2) usando el manómetro de mercurio y 115,5 mmHg (DP 15,2) con el empleo del aparato digital. Los valores equivalentes para la presión diastólica fueron 61,5 mmHg (DP 9,9) y 69,6 mmHg (10,2), respectivamente. Entre las niñas, la presión sistólica promedio fue de 104,7 mmHg (DP 10,1) con el empleo del manómetro de mercurio y 102,4 mmHg (DP 11.9) con el empleo del aparato digital. Los valores equivalentes para la presión diastólica fueron 60,0 mmHg (DP 10,4) y 65,7 mmHg (7,7), respectivamente.**

Conclusión: **El manómetro digital presentó alta concordancia con el manómetro de mercurio para medir la presión arterial sistólica. La concordancia fue menor para la presión arterial diastólica. El uso de ecuaciones de corrección puede ser una alternativa para estudios que utilizan ese monitor digital de pulso en adolescentes. (Arq Bras Cardiol 2010; 94(3) : 350-354)**

Palabras clave: **Monitores de presión arterial, determinación de la presión arterial, esfigmomanómetros, estudios de validación, adolescente.**

Introducción

Una evaluación precisa de la presión arterial es muy importante para el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión. La importancia de que se haga el diagnóstico de la presión arterial elevada y su continuo monitoreo es bien conocida. Por esta razón, diversos equipamientos están disponibles para la medición de la presión arterial (PA), no solamente para que los individuos expertos los utilicen, sino también que los utilicen la propia población. En este sentido, los monitores digitales de pulso se vienen utilizando cada vez más, en lugar de los dispositivos de mercurio y aneroides, que requieren un profesional entrenado[1,2].

Pese a la gran facilidad de uso de los monitores digitales en comparación con los esfigmomanómetros de mercurio, es esencial establecer su confiabilidad y validez. Hay evidencia en la literatura de que los monitores de pulso sean confiables y con exactitud en comparación a otros equipamientos, tales como los dispositivos aneroides y de mercúrio[3,4]. Nos parece que ese tipo de equipamiento puede sustituir los otros en algunos contextos, tales como en el hogar o en estudios epidemiológicos en la comunidad[5]. Sin embargo, la mayoría de los estudios hasta ahora ha incluido solamente adultos, y así, la validez de estos métodos en adolescentes no es clara.

El objetivo del presente estudio fue probar la validez de un monitor digital de pulso contra un esfigmomanómetro de mercurio - el patrón-oro - en una muestra de conveniencia de adolescentes residentes en Pelotas, región sur de Brasil.

Métodos

Una muestra de 120 adolescentes con edad entre 14 y 15

Correspondencia: Ana M. B. Menezes •
Rua Marechal Deodoro, 1160, 3 piso - 96020-220 - Pelotas, RS - Brasil
E-mail: anamene@terra.com.br
Artículo recibido el 11/03/09; revisado recibido el 30/03/09; aceptado el 24/07/09.

años de cinco escuelas públicas de la ciudad de Pelotas tuvo su presión arterial medida con dos manómetros diferentes - un manómetro de mesa BD de mercurio y un manómetro de pulso digital (OMRON HEM 629, Beijing, China) - por dos técnicos entrenados. Un estetoscopio Tycos se utilizó con el esfigmomanómetro de mercurio. Los alumnos reposaron por 10 minutos antes de las mediciones. La altura se midió dos veces a través de un estadiómetro con precisión de 0,1 cm (Seca, Birmingham). Todos los adolescentes estaban sentados en una cadera con apoyo para las espaldas y los brazos, con las piernas sin cruzar, y el brazo y muñeca derechos se utilizaron para la medición. Cada adolescente tuvo su PA medida dos veces, con un minuto de diferencia entre cada medición; así, la congestión venosa se evitó y la variabilidad de la PA se mantuvo al mínimo[6].

Para la mitad de la muestra, el manómetro de mercurio se utilizó primero; para la otra mitad, se empleó el orden inverso. Esa selección se hizo aleatoriamente. Los técnicos utilizaron ambos manómetros (mercurio y digital) alternadamente, lo que impidió que el primer y el segundo observador vieran las mediciones uno de otro. El monitor digital se empleó según las instrucciones del fabricante en el manual del usuario, tomándose especial cuidado con la posición del monitor, que debe quedar a la altura del corazón[7]; el manómetro de mercurio se utilizó de acuerdo con las técnicas recomendadas por la *American Heart Association*[8]. El promedio de las mediciones de cada técnico se calculó y ese valor se tuvo en cuenta para los análisis; el mismo se efectuó en relación con la altura.

El análisis estadístico incluyó una descripción de las variables de la presión arterial con la utilización de percentiles, promedios y desviaciones estándar. Los coeficientes de correlación de Spearman se calcularon para presión arterial sistólica y diastólica, mediante la comparación de los manómetros de mercurio y digital. La concordancia se midió a través del método de Bland & Altman[9]. Las diferencias promedios y las desviaciones estándar se calcularon. También efectuamos análisis de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y de kappa para el desenlace categórico “pre hipertensión”, definido de acuerdo al Cuarto Informe sobre el Diagnóstico, Evaluación y Tratamiento de Presión Arterial Elevada en Niños y Adolescentes[10]. Todos los análisis se llevaron a cabo para niños y niñas separadamente, a excepción de las variables categóricas, porque los resultados fueron muy similares en los dos sexos.

El Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Pelotas aprobó el protocolo del estudio y todos los participantes firmaron el formulario de consentimiento informado.

Resultados

De los 120 adolescentes incluidos en el estudio, 60 eran del sexo masculino. La edad promedio fue de 14,7 años (DP 0,46), variando de 14,0 a 15,9 años. La altura promedio fue de 1,64 m (DP 0,8) en la muestra como un todo, 1,67 m (DP 0,8) entre los niños y 1,61 m (DP 0,6) entre las niñas. La Tabla 1 presenta los datos descriptivos sobre la PA. La presión arterial sistólica (PAS) promedio para los niños fue de 113,7 mmHg (DP 14,2) con el manómetro de mercurio y 115,5 mmHg (DP 15,2) con el dispositivo digital. Los valores equivalentes para la presión arterial diastólica (PAD) fueron 61,5 mmHg (DP 9,9) y 69,6 mmHg (10.2), respectivamente. Para las niñas, la PAS promedio fue de 104,7 mmHg (DP 10,1) con el empleo del manómetro de mercurio y 102,4 mmHg (DP 11,9) con el dispositivo digital. Los valores para PAD fueron 60,0 mmHg (DP 10.4) y 65,7 mmHg (7,7), respectivamente. Los valores de mediana (percentil 50) fueron muy similares para la presión sistólica, pero sustancialmente diferentes para la presión diastólica.

La Figura 1 muestra la concordancia entre los dos dispositivos para la medición de la PAS en la muestra como un todo. El coeficiente de correlación de Spearman fue 0,74. La diferencia promedio (digital - mercurio) fue -0,3 mmHg (DP 9,2), y no fue estadísticamente diferente de cero (P = 0,75). Las Figuras 2 y 3 presentan esos datos para niños y niñas, separadamente. La diferencia promedio fue positiva para los niños (1,8 mmHg; P = 0,15) y negativa para las niñas (-2,3 mmHg; P = 0,03).

La Figura 4 presenta la concordancia entre los dos manómetros en la medición de la PAD en la muestra como un todo. El coeficiente de correlación de Spearman fue de 0,47. La diferencia promedio fue de 6,9 mmHg (DP 9,8) y fue altamente significante estadísticamente (P < 0,001). Cuando

Tabla 1 - **Datos descriptivos de la presión arterial en adolescentes**

Variables relacionadas a la PA	Manómetro de mercurio		Manómetro digital	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas
PA Sistólica				
5º Percentil	93,0	88,5	95,8	82,3
10º Percentil	96,5	91,5	98,8	87,3
25º percentil	101,5	99,0	103,3	94,3
50º percentil	114,0	102,0	114,3	101,0
75º percentil	122,0	110,5	124,0	111,3
90º percentil	131,0	119,0	138,8	118,5
95º percentil	139,5	122,0	142,3	122,0
Promedio	113,7	104,7	115,5	102,4
Desviación estándar	14,2	10,1	15,2	11,9
PA Diastólica				
5º percentil	47,5	42,5	54,5	52,8
10º percentil	49,5	47,5	58,3	56,8
25º percentil	55,0	53,0	62,3	60,8
50º percentil	60,5	60,5	69,5	65,0
75º percentil	67,0	67,5	75,5	70,8
90º percentil	74,0	73,5	82,3	76,3
95º percentil	81,0	76,5	86,8	79,8
Promedio	61,5	60,0	69,6	65,7
Desviación estándar	9,9	10,4	10,2	7,7

PA - presión arterial.

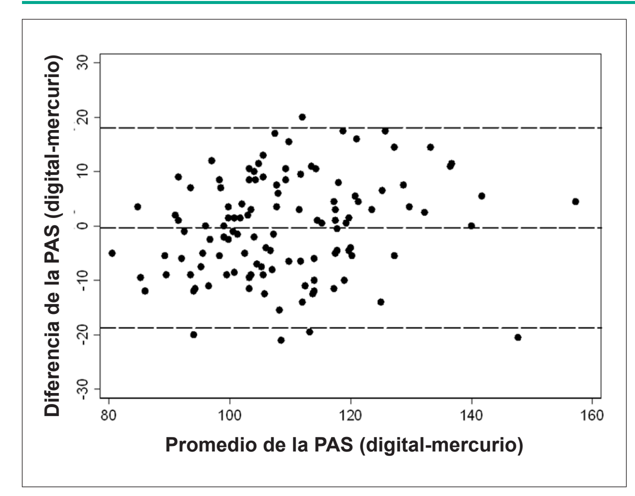


Fig. 1 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial sistólica digital con esfigmomanómetro de mercurio.

los resultados se estratifican por sexo (Figuras 5 y 6), ellos son consistentes con aquellos observados en la muestra como un todo; la diferencia promedio fue de 8,0 mmHg (DP 10,4) entre los niños y 5,8 mmHg (DP 9,2) entre las niñas.

De los 120 adolescentes evaluados, 21 se clasificaron como prehipertensos, según el manómetro de mercurio. De esos, 17 (81.0%) fueron correctamente clasificados de acuerdo con el dispositivo digital (sensibilidad). De los 99 adolescentes que estaban abajo del punto de corte de la pre hipertensión, 88 (88,9%) fueron correctamente identificados por el dispositivo digital (especificidad). Valores predictivos positivos y negativos fueron, respectivamente, un 60,7% y un 95,7%. El porcentaje general de concordancia fue del 87,5%, y el valor de kappa fue 0,62. Debido al hecho de solamente 5 adolescentes haber sido clasificados como hipertensos por el manómetro de mercurio, optamos por no presentar análisis para esa variable.

Basados en los resultados de validez de ese estudio, las siguientes ecuaciones de corrección se crearon para

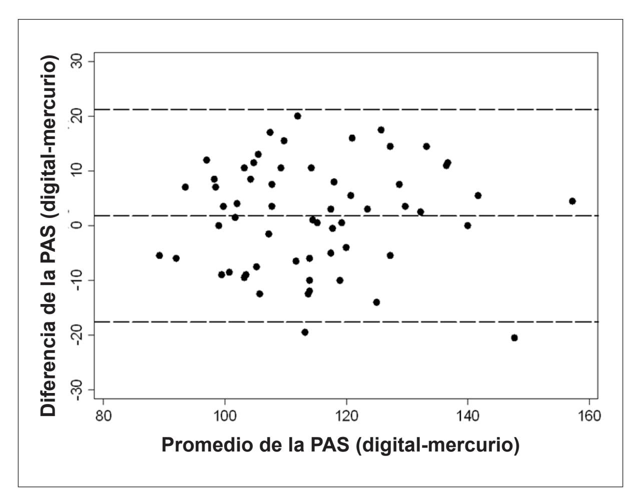


Fig. 2 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial sistólica digital con esfigmomanómetro de mercurio en niños.

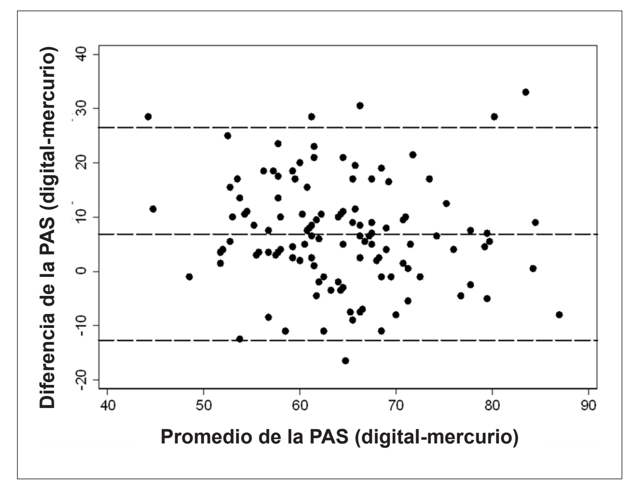


Fig. 4 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial diastólica digital con esfigmomanómetro de mercurio.

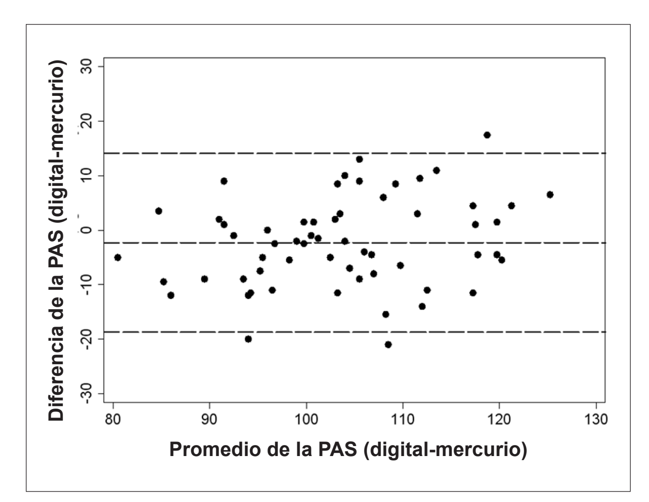


Fig. 3 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial sistólica digital con esfigmomanómetro de mercurio en niñas.

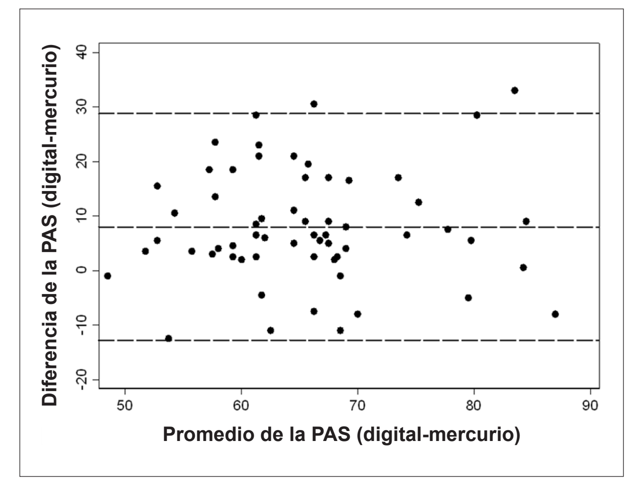


Fig. 5 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial diastólica digital con esfigmomanómetro de mercurio en niños.

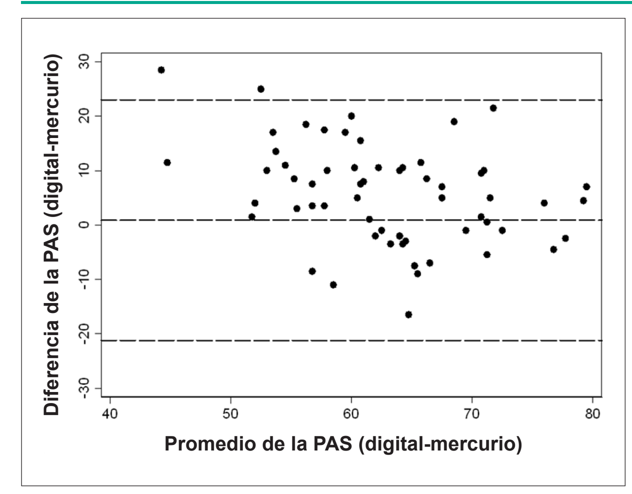


Fig. 6 - Bland & Altman plot midiendo la concordancia entre las mediciones de la presión arterial diastólica digital con esfigmomanómetro de mercurio en niñas.

aplicarse cuando el monitor digital se utiliza en adolescentes de 14 a 15 años:

Niños

PAS mercurio = 59,269 + (0,772*PAS digital) - (0,198*edad en meses)

PAD mercurio = 18,598 + (0,454*PAD digital) - (0,065*edad en meses)

Niñas

PAS mercurio = 22,721 + (0,637*PAS digital) + (0,095*edad en meses)

PAD mercurio = -25,673 + (0,751*PAD digital) - (0,207*edad en meses)

Probamos la aplicabilidad de esas ecuaciones en un banco de datos de la cohorte de nacimientos de Pelotas (Brasil) de 1993, en la que más de 4 mil adolescentes con edad entre 14 y 15 años fueron entrevistados en el 2008 y se midió la PA con la utilización del dispositivo digital. Llevamos a cabo la regresión de la PAS y la PAD medidas por el dispositivo digital sobre el índice de masa corporal (IMC). Después, efectuamos la regresión de los valores corregidos de la PA con las ecuaciones propuestas. La magnitud de las asociaciones entre la PA e IMC se atenuó de forma consistente cuando la corrección se aplicó. Por ejemplo, en la muestra total, el coeficiente de regresión para la PAS fue 1,08, mientras que ese valor fue 0,76 cuando la corrección fue aplicada. Los valores equivalentes para la PAD fueron 0,73 y 0,45.

Discusión

El monitoreo de la presión arterial es esencial, en el ambiente clínico y el nivel poblacional. Su los valores de la presión arterial están bajo control, hay una disminución del riesgo de morbilidad y mortalidad debido a la enfermedad cardiovascular[11]. Sin embargo, el monitoreo de la PA viene siendo un reto, porque los manómetros aneroides y de mercurio son caros y requieren la presencia de un profesional de salud entrenado para utilizarlos[12]. Como alternativa, los dispositivos digitales están recibiendo cada vez más atención e importantes asociaciones de salud vienten recomendando su uso[13-15]. Pese a las recomendaciones, la validez de los monitores digitales necesitar confirmación antes de su uso volverse habitual.

La gran parte de los estudios de validación de monitores digitales realizados hasta ahora se restringieron a individuos adultos[6,7,12,14,16]. No obstante, la hipertensión en la adolescencia, una de las posibles consecuencias de la epidemia de obesidad, es una creciente preocupación en la salud pública. En una muestra de adolescentes residentes en la región sur de Brasil, objetivamos ayudar a llenar ese vacío en la literatura. En resumen, nuestros datos muestran que el monitor digital suministra datos precisos sobre la presión arterial sistólica, pero superestima la presión diastólica. Esto es distinto de la mayor parte de los estudios realizados en adultos, en los cuales la PAS tiende a ser más superestimada cuando de la utilización del dispositivo digital, en comparación con la PAD.

A fin de corregir los valores obtenidos con el dispositivo digital, proponemos cuatro ecuaciones separadas (presión arterial sistólica, diastólica, niños y niñas). Esto es esencial porque la magnitud de la superestimación en la PAD se consideró como relevante en el contexto de la salud pública. Hay una concordancia sobre cuál es el límite a considerar aceptable para dispositivos digitales. Algunos autores vienen proponiendo que errores promedios < 5 mmHg con DP < 8 mmHg son aceptables para adultos. En nuestra muestra, el error promedio fue de solamente 0,3 mmHg para PAS, pero 6,9 mmHg para la PAD. Por esa razón, creemos que el uso de ecuaciones de corrección es necesario en estudios con adolescentes dentro del grupo de edad del presente estudio. Se debe notar, sin embargo, que los factores de corrección son población-específicos, y de esa forma, los autores deben probar la aplicabilidad de nuestras ecuaciones para otros grupos etarios y poblaciones.

Cuando las variables categóricas se utilizan a fin de definir hipertensión o pre hipertensión, la concordancia entre los dispositivos debería ser verificada nuevamente. En nuestra muestra, como la hipertensión fue muy rara, no fuimos capaces de explorar más esa cuestión. Sin embargo, para la pre hipertensión, mostramos que el dispositivo digital tiene una especificidad próxima del 90% y una sensibilidad próxima del 80%. Esos valores son aceptables para propósito de investigación. Obviamente, en ambientes clínicos, esos valores no son aceptables y de esa forma, se recomienda el uso de monitores aneroides.

El creciente uso de manómetros digitales para la medición de la PA es positivo en cuanto a la salud pública. Esos dispositivos pueden traer el monitoreo de la PA más para cerca de la población. Ellos también pueden ser una herramienta excelente para estudios epidemiológicos, particularmente en ambientes de renta baja y media, donde la mayor parte de las investigaciones se realiza en nivel de domicilio.

Contribuciones de los autores

Ana M. B. Menezes tuvo la idea original, y fue

responsable del preparo del manuscrito. Samuel C Dumith llevó a cabo la mayor parte de los análisis, con la supervisión de Pedro C. Hallal. Ricardo B. Noal fue responsable del entrenamiento de los técnicos que hicieron la medición de la presión arterial, y fue responsable de la planificación del estudio. Ana Paula Nunes, Fernanda Mendonça, Marta A. Duval, Paulo E. Caruso llevaron a cabo el trabajo de campo e insertaron los datos. Cora L. Araujo, Ana M. B. Menezes y Pedro C. Hallal son los coordinadores del Estudio de Cohorte de Nacimientos de 1993 en Pelotas (Brasil). Todos los autores contribuyeron a las versiones iniciales del manuscrito y aprobaron su versión final.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

Referencias

1. O'Brien E, Waeber B, Parati G, Staessen J, Myers MG. Blood pressure measuring devices: recommendations of the European Society of Hypertension. BMJ. 2001; 322: 531-6.
2. Park MK, Menard SW, Yuan C. Comparison of auscultatory and oscillometric blood pressures. Arch Pediatr Adolesc Med. 2001; 155 (1): 50-3.
3. Dolan E, Stanton A, Thijs L, Hinedi K, Atkins N, McClory S, et al. Superiority of ambulatory over clinic blood pressure measurement in predicting mortality: the Dublin outcome study. Hypertension. 2005; 46 (1): 156-61.
4. Jones DW, Appel LJ, Sheps SG, Roccella EJ, Lenfant C. Measuring blood pressure accurately: new and persistent challenges. JAMA. 2003; 289 (8): 1027-30.
5. Altunkan S, Iliman N, Altunkan E. Validation of the nissei 250 ambulatory blood pressure monitoring device according to the International Protocol. J Hypertens. 2003; 21 (Suppl 4): S22.
6. Altunkan S, Genc Y, Altunkan E. A comparative study of an ambulatory blood pressure measuring device and a wrist blood pressure monitor with a position sensor versus a mercury sphygmomanometer. Eur J Intern Med. 2007; 18 (2): 118-23.
7. Nelson D, Kennedy B, Regnerus C, Schweinle A. Accuracy of automated blood pressure monitors. J Dent Hyg. 2008; 82 (4): 35.
8. American Heart Association, Pennsylvania Affiliate. Standardized blood pressure measurement manual. Philadelphia: Departement of Health, Commonwealth of Pennsylvania; 1990.
9. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. Stat Methods Med Res. 1999; 8 (2): 135-60.
10. US Department of Health and Human Services. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents: US Department of Health and Human Services; 2005.
11. Johnson KA, Partsch DJ, Rippole LL, McVey DM. Reliability of self-reported blood pressure measurements. Arch Intern Med. 1999; 159 (22): 2689-93.
12. Stergiou GS, Lin CW, Lin CM, Chang SL, Protogerou AD, Tzamouranis D, et al. Automated device that complies with current guidelines for office blood pressure measurement: design and pilot application study of the Microlife WatchBP Office device. Blood Press Monit. 2008; 13 (4): 231-5.
13. Macdonald E, Froggatt P, Lawrence G, Blair S. Are automated blood pressure monitors accurate enough to calculate the ankle brachial pressure index? J Clin Monit Comput. 2008; 22 (5): 381-4.
14. White WB, Anwar YA. Evaluation of the overall efficacy of the Omron office digital blood pressure HEM-907 monitor in adults. Blood Press Monit. 2001; 6 (2): 107-10.
15. Stryker T, Wilson M, Wilson TW. Accuracy of home blood pressure readings: monitors and operators. Blood Press Monit. 2004; 9 (3): 143-7.
16. Johnson KA, Partsch DJ, Gleason P, Makay K. Comparison of two home blood pressure monitors with a mercury sphygmomanometer in an ambulatory population. Pharmacotherapy. 1999; 19 (3): 333-9.